

УДК 629.786.2:629.7.069

Использование компьютерного зрения в задаче навигации летательного аппарата-робота на международной космической станции

Тюрин Ростислав Русланович¹

tyurinrr@my.msu.ru

Бесчастнов Игорь Владимирович²

beschastnovigor@gmail.com

Рулев Дмитрий Николаевич^{3(*)}

dmitry.rulev@rsce.ru

Меркурьев Сергей Александрович³

sergey.merkurev@rsce.ru

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

² НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³ ПАО «РКК «Энергия», Королев, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассмотрен подход к использованию компьютерного зрения в задаче навигации летательного аппарата — свободно летающего робота внутри российского сегмента Международной космической станции. Ставится задача навигации летательного аппарата с уточнением измерений, поступающих с инерциальных датчиков, с помощью компьютерного зрения. Задача позиционирования робота решается с использованием трех камер с каналом глубины. Для видеоанализа используются сверточные нейронные сети для решения задачи детекции выбранных реперных объектов интерьера станции.

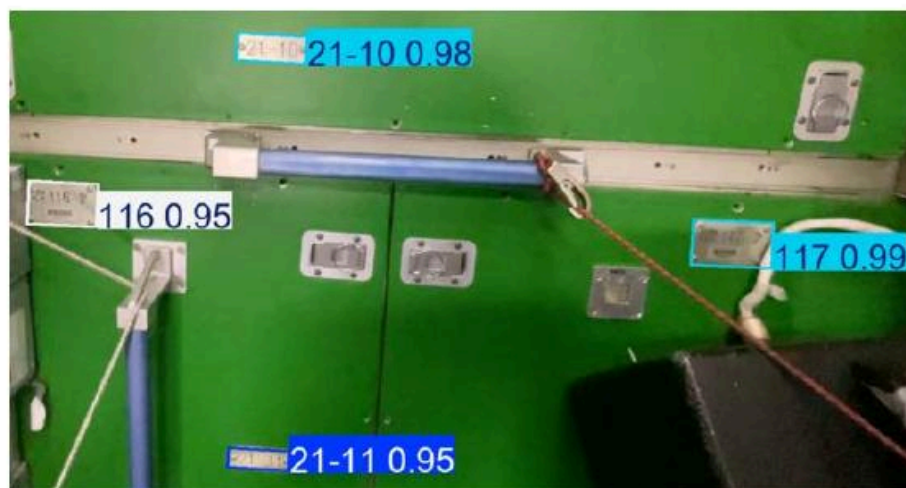
Ключевые слова: летательный аппарат, компьютерное зрение, навигация, космическая робототехника, герметичный отсек космической станции

Введение. Летающие роботы могут использоваться для выполнения различных задач внутри космической станции, как самостоятельных, так и во взаимодействии с космонавтом. Подобные летающие устройства уже используются на американском сегменте Международной космической станции (МКС) [1]. При решении задачи навигации таких аппаратов возникают проблемы с точностью измерений инерциальных датчиков из-за накопления ошибок и дрейфа. Камеры помогают фиксировать визуальные особенности, что позволяет уточнять положение робота и компенсировать ошибки [2, 3]. Таким образом, комбинация видеоанализа и инерциальных данных обеспечивает необходимую (высокую) точность навигации.

Материалы и методы; результаты. Рассматривается летающий робот, предназначенный для эксплуатации внутри российского сегмента (РС) МКС, оснащенный камерами с различных сторон. На настоящем этапе рассматривается задача позиционирования/локализации с использованием трех камер глубины. Для видеоанализа используются нейронные сети для детекции реперных объектов, в роли которых рассматриваются плашки с номерами панелей интерьера модуля РС МКС (рисунок), внутри которого предусматривается эксплуатация робота. Известен метод [4] создания семантических карт

объектов для локализации робота. В настоящем проекте планируется улучшить этот метод по двум направлениям:

- уменьшение вычислительной сложности, путем снижения количества классов объектов;
- улучшение точности позиционирования до $MAE = 0,03$ м.



Детекция плашек с номерами панелей интерьера РС МКС

Заключение. Для создания контура обратной связи в системе управления движением летающего робота внутри космической станции требуется высокая точность определения вектора состояния робота. Космическое применение робота требует максимальной надежности всех систем, чтобы обеспечить стабильную работу в течение всего времени его эксплуатации. В совокупности это делает задачу использования компьютерного зрения для стабильного определения положения робота актуальной не только для настоящего проекта, но и в целом для космической робототехники.

Список источников

- [1] Maria G., Bualat T.S., Terrence W.F., Smith E.E., Wheeler D.W. Astrobe: a new tool for ISS operations. *SpaceOps Conference*, 2018. <https://doi.org/10.2514/6.2018-2517>
- [2] Coltin B., Fusco J., Moratto Z., Alexandrov O., Nakamura R. Localization from visual landmarks on a free-flying robot. *Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2016.
- [3] Носов Д.С., Автайкин С.В., Рулев Д.Н., Калери А.Ю. Исследование управления автономным летающим роботом внутри обитаемой космической станции. *Современные проблемы ракетной и космической техники: сб. ст.* Казань, Школа, 2023, с. 163–181.
- [4] Soussan R., Kumar V. AstroLoc: an efficient and robust localizer for a free-flying robot. *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2022, pp. 4106–4112. <https://doi.org/10.1109/ICRA46639.2022.9811919>